

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-218067

(43)Date of publication of application : 25.09.1991

(51)Int.Cl.

H01L 27/14
G02B 3/00
H04N 5/225
H04N 5/335

(21)Application number : 02-014449

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 23.01.1990

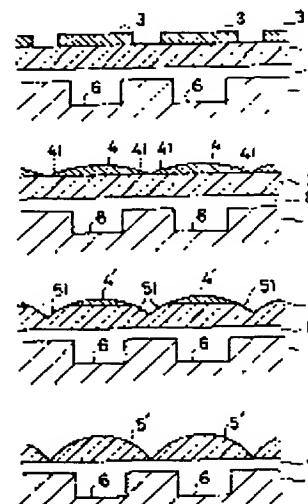
(72)Inventor : FUJITA MASANOBU

(54) MANUFACTURE OF MICROLENS FOR SOLID-STATE IMAGE SENSING ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to form microlenses having a large curvature, to enhance converging property and to increase the gain of a solid-state image sensing element by a method wherein an etchback is performed under the condition of a prescribed etching rate.

CONSTITUTION: A transparent resin is applied on a transparent resin 8 for optical interval formation use provided on a solid-state image sensing element 1, is hardened to form a transparent resin layer 2, a photosensitive resin is applied thereon, desired parts are exposed to light, are developed and islands 3 are formed on photodetecting parts 6. Then, the islands 3 are heated, fused and are fluidized to form lens forms 4. At this time, an etching rate in the layer 2 is larger than that in the lens forms 4 and the transparent resin and the photosensitive resin, which satisfy this condition, are combined with each other and are selected. Then, if an etching of peripheral edge sides 41 of the forms 4 ends, an etchback is performed from parts 51, which are positioned at lower positions to correspond to the parts 41, of the layer 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3009419号

(P3009419)

(45) 発行日 平成12年2月14日(2000.2.14)

(24) 登録日 平成11年12月3日(1999.12.3)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

H 0 1 L 27/14

G 0 2 B 3/00

H 0 4 N 5/335

F I

H 0 1 L 27/14

G 0 2 B 3/00

H 0 4 N 5/335

D

A

V

請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平2-14449

(22) 出願日 平成2年1月23日(1990.1.23)

(65) 公開番号 特開平3-218067

(43) 公開日 平成3年9月25日(1991.9.25)

審査請求日 平成9年1月8日(1997.1.8)

(73) 特許権者 999999999

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町1丁目1番1号

(72) 発明者 藤田 昌信

東京都新宿区市谷加賀町1丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人 999999999

弁理士 蛭川 昌信 (外6名)

審査官 市川 篤

(56) 参考文献 特開 平1-10666 (J P, A)

特開 平2-113524 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B名)

H01L 27/14

H04N 5/335

G02B 3/00

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体撮像素子の受光面に、少なくとも硬化させた透明樹脂を被着させ、更に該固体撮像素子に設けたそれぞれの受光部に対応するよう感光性樹脂を用いてアイランドを形成し、該アイランドを加熱熔融してレンズ状に形成した後、エッチバック法にて該透明樹脂をレンズ状に形成する固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法において、

上記透明樹脂のエッチング速度が、上記感光性樹脂のエッチング速度の2倍以上となる透明樹脂及び感光性樹脂を用い、

上記透明樹脂と感光性樹脂との膜厚の関係を、下記の膜厚の条件式

$$\left(\frac{\text{透明樹脂のエッチング速度}}{\text{感光性樹脂によるレンズ形状のエッチング速度}} \right) \leq \left(\frac{\text{透明樹脂の膜厚}}{\text{感光性樹脂の膜厚}} \right)$$

(感光性樹脂によるレンズ形状の膜厚)

を満足するよう設定し、

上記感光性樹脂に形成されたレンズ形状が完全に除去される迄エッチバックを行うことにより、

上記透明樹脂が、上記感光性樹脂に形成したレンズ形状の曲率よりも大なる曲率を有する凸レンズ形状であることを特徴とする固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は、固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法に関するものである。

【従来の技術】

従来より、固体撮像素子は、種々の形式のものが提案されているが、近年になり、更に小型化、高画素化が要

求され、同時に高感度化、低雑音化の要求を満たす必要性から、回路面あるいは、デバイス構造面からさまざまな提案がなされてきた。特にデバイス構造面ではレンズの開口率を増加させる試みが最も多い。なぜならば、固体撮像素子自体による固有ノイズの低減には限界があるため、入射光量の増加による信号強度の増加に依存する他に無いからである。

なかでも、固体撮像素子上にマイクロレンズを形成する提案も平易な構造であるにもかかわらず、効果的な方法の1つである。

これについて説明すると、原理的には、第2図に示すように基板21上に形成された個々の受光部26、26・・・上にマイクロレンズ22、22・・・を設け、受光部26、26・・・に対し適当な間隔を有するように固体撮像素子21面上に設けられた透明膜28を介して、入射光29を受光部26、26・・・に集光させる。つまり、固体撮像素子の転送部や配線部等の非受光部上の入射光をも有効利用して実質的にレンズの開口率を増加させる方法である。

この固体撮像素子用のマイクロレンズの製造方法は、大別して加熱熔融法（例えば、特開昭59-147586号公報参照）と製版塗布法（例えば、特公昭62-51504号公報参照）の2通りがある。即ち、加熱熔融法は、第3図（A）乃至（D）により説明すると、固体撮像素子21上に光学的間隔形成用の透明膜28を形成したのち（同図（A））、熱熔融性を有する透明なポジ型感光性樹脂23を塗布し（同図（B））、これを製版して受光部26、26・・・上にアイランド24、24・・・を形成し（同図（C））、これを加熱熔融して凸レンズ形状25、25・・・（同図（D））を形成するもので、これによると集光性の良いレンズが形成される。

製版塗布法は第4図（A）乃至（D）に示すように、固体撮像素子21上に同様な透明膜28を形成（同図（A））した後、透明な感光性樹脂23を塗布し（同図（B））、これを製版して受光部26、26・・・上にアイランド24、24・・・を形成し（同図（C））、アイランド24、24・・・上に更に透明な樹脂25を塗布し、凸レンズ形状25を形成するもので（同図（D））、これによると集光性は加熱熔融法によるものよりも不利である。

〔発明が解決しようとする課題〕

加熱熔融法により形成されるマイクロレンズは、曲率が大きくとれ、集光性の点で有利な反面、次に掲げる様な問題点を有していた。

まず、第1番目には、加熱熔融法で製造されるマイクロレンズ自体の物性の問題がある。即ち、この方法によると、マイクロレンズを形成するポジ型感光性樹脂は、3次元架橋されていない熱可塑性樹脂であるため、再加熱によりマイクロレンズが変形する点（耐熱性）で不利なうえ、耐薬品性の面でも劣るものであった。

第2番目には、マイクロレンズ用として使用し得る感光性樹脂の種類が限られるとともに、良好な光学的特性

（例えば、高屈折率物質）を得ることは困難であった。即ち、加熱熔融法によるマイクロレンズ用材料は、可視域において特定波長の光を吸収しないばかりではなく、ポジ型感光性樹脂（ネガ型感光性樹脂であると、光露光により架橋し、熱可塑性が失われる。）でなければならず、このような感光性樹脂はDeep-UV用のポジ型感光性樹脂がずかにある程度でその選択使用の巾が著しく狭かった。

第3番目には、加熱熔融法であっても、レンズの得られる曲率に限界があるという点である。即ち、レンズの曲率は、レンズの専有面積が小さく、レンズの厚みが大きな程、大きくなるので、原理的には、このようになるようにレンズを設計すれば良いが、実際は、レンズの専有面積に対し、レンズの厚みが大きな場合、加熱熔融時に熱によるダレのためレンズの専有面積が広がり、隣接するレンズ同士が融合して曲率が低下する。

他方、製版塗布法によるマイクロレンズは、前記した加熱熔融法の問題点のうち、第1番目、第2番目の問題点については有利な方法といえるが、レンズの曲率が加熱熔融法によるよりも更に小さく、集光法といったレンズ本来の目的の具現化には不利であった。

本発明は、上記した問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、加熱熔融法もしくは製版塗布法によって得られたマイクロレンズ形状をさらにエッチバック法を用いて形成置換し、もって良好なレンズ特性に関する物性面において優れた性質を有する物質の選択適用の幅を大幅に拡大することを可能とするばかりではなく、材料のエッチング速度の違いを利用して、レンズの曲率を一層増大させ得る固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の特徴とするところは、固体撮像素子の受光面に、少なくとも硬化させた透明樹脂層を被着させ、更に固体撮像素子に設けたそれぞれの受光部に対応するよう感光性樹脂を用いてアイランドを形成し、アイランドを加熱熔融してレンズ状に形成した後、エッチバック法にて透明樹脂を凸レンズ状に形成する固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法において、透明樹脂のエッチング速度が、感光性樹脂のエッチング速度の2倍以上となる透明樹脂及び感光性樹脂を用い、透明樹脂と感光性樹脂との膜厚の関係を、下記の膜厚の条件式

$$\frac{(\text{透明樹脂のエッチング速度})}{(\text{感光性樹脂によるレンズ形状のエッチング速度})} \leq \frac{(\text{透明樹脂の膜厚})}{(\text{感光性樹脂によるレンズ形状の膜厚})}$$

を満足するよう設定し、感光性樹脂に形成されたレンズ形状が完全に除去される迄エッチバックを行うことにより、透明樹脂が、感光性樹脂に形成したレンズ形状の曲率よりも大なる曲率を有する凸レンズとなるように構成した点にある。

〔作用〕

固体撮像素子の受光面に少なくとも硬化させた透明樹脂を被着させ、更に固体撮像素子の設けたそれぞれの受光部に対応するように感光性樹脂を用いてアイランドを形成し、このアイランドを加熱熔融してレンズ状に形成した後、上記した透明樹脂のエッチング速度が、感光性樹脂のエッチング速度よりも大なる条件を満足する透明樹脂および感光性樹脂を用いてこれらを実行する。

これにより、感光性樹脂がエッチングバックされるにつれ、透明樹脂がより大きなエッチング速度でエッチングされるので、感光性樹脂で形成したレンズ形状よりも曲率の大きなレンズが形成される。

〔実施例〕

以下に、本発明の実施例を図面に基いて説明する。

第1図(A)乃至(E)は本発明の一実施例の工程順序を示すもので、固体撮像素子1に設けた光学的間隔形成用の透明樹脂8の上にレンズ形成材料となる透明樹脂を塗布し、これを硬化させて透明樹脂層2を形成し(第1図(A))、その上に感光性樹脂を塗布し、所望部を露光、現像して、固体撮像素子1の受光部6、6・・・上にアイランド3、3・・・を形成する(同図(B))。次いで、アイランド3、3・・・を加熱熔融し、流動化させて感光性樹脂によるレンズ形状4、4・・・を形成する(同図(C))。その際、透明樹脂層2のエッチング速度は感光性樹脂によるレンズ形状4、4・・・のエッチング速度よりも大であることが必要である。そして、この要件を充足する透明樹脂及び感光性樹脂を組み合わせ選択することが必要である。また、両者の膜厚の関係は、下式(1)になることが望ましい。

即ち、(透明樹脂層2のエッチング速度) / (感光性樹脂によるレンズ形状4のエッチング速度) \leq (透明樹脂層2の膜厚) / (感光性樹脂によるレンズ形状4の膜厚) (1)

例えば、透明樹脂層2のエッチング速度が0.5 ($\mu\text{m}/\text{min}$)、感光性樹脂によるレンズ形状4のエッチング速度が、0.25 ($\mu\text{m}/\text{min}$)で、その膜厚が1 μm であれば、透明樹脂層2の膜厚は2 μm 以上であることが望ましい。

次いで、酸素プラズマ等を用いて、レンズ形状4、4・・・のエッチングを開始する。これにより、レンズ形状4、4・・・の表面からエッチングされ、レンズ形状4、4・・・の周縁部41、41・・・のエッチングが終了すると、周縁部41、41・・・と対応する下方位置に位置する透明樹脂層2の部分51、51・・・からエッチバックが開始される。上記したように透明樹脂層2のエッチング速度はレンズ形状4のエッチング速度よりも大であるため、透明樹脂層2の部分51、51・・・は第1図(D)に示すようにエッチング途中のレンズ形状4'、4'・・・の曲率よりも大なる曲率を有するように形成される。この第1図(D)に示すように、エッチング途中のレンズ形状

4'、4'・・・とレンズ形状4、4・・・の形状に形状置換されたエッチバック部分51、51・・・とを有するものをマイクロレンズとして用いることも出来る。しかし、一般的には更にエッチバック途中のレンズ形状4'、4'・・・が完全に除去される迄エッチバック工程を続行し、第1図(E)に示すように透明樹脂層2のみによるレンズ形状5'、5'・・・を形成し、固体撮像素子1にマイクロレンズが形成される。

なお、上記実施例で述べた透明樹脂に換えて透明無機被膜を用いることが可能であり、また製版塗布法により透明樹脂を塗布、硬化させてアイランドを形成することもできる。

以下に、実例を用いて本発明を更に具体的に説明するが、この実例に示す材料に何ら限定されることなく、所望材料を適宜組み合わせることにより、広く応用できることは言う迄もない。

実施例

常法により製造したインターライン型CCD(水平方向の画素幅3.0 μm 、水平方向の転送幅9.0 μm)を基板に用い、その表面にアクリル系熱硬化型樹脂を5 μm の膜厚にて塗布し、140°Cにて熱硬化させた。この上にノボラック系ポジ型感光性樹脂を1.5 μm の膜厚にて塗布し、乾燥させ、所定のパターンを有するフォトリソマスクを介して露光、現像し、固体撮像素子の受光部上にアイランドを形成した。さらに、160°Cにて30分間加熱し、前記のアイランドを加熱熔融させ凸レンズ形状を形成した。

次いで、5%のフロン13を添加した酸素ガスをエッチャントとして、1KWのパワーにてプラズマを発生させ、5分間ドライエッチングしたところ、上層のレンズ形状のノボラック系ポジ型感光性樹脂が完全にエッチング除去され、厚さ3 μm のアクリル系熱硬化型樹脂の凸レンズが形成された。

前記のエッチング速度をそれぞれ測定したところ、アクリル系熱硬化型樹脂は0.6 ($\mu\text{m}/\text{min}$)、ノボラック系ポジ型感光性樹脂は0.3 ($\mu\text{m}/\text{min}$)であった。

このようにして得られた凸レンズの厚みは、3 μm であり、1レンズ当たりの占有面積が変わっていないので、アクリル系熱硬化型樹脂の曲率を増大させることができた。

また、この実施例で得られた固体撮像素子と、加熱熔融法によって形成した1.5 μm の厚さを有する凸レンズを、他の条件が同一の固体撮像素子に実装し評価したところ、1.4倍の利得増加が認められ、マイクロレンズの曲率増大に伴う感度の向上が確認された。

なお、上記実施例に示した透明樹脂以外の透明樹脂のエッチング速度の数値を以下に示すが、この数値はエッチング条件により全く異なり、単に以下に示す装置、エッチング条件の下での一例を示すものである。勿論、透明樹脂のうち、感光性を有するタイプのものがあるが、

要は感光性樹脂と透明樹脂とのエッチング条件が上記した条件を満足するように感光性樹脂と透明樹脂とを選択組み合わせることにより、本発明を実施することができるのである。

(1) 装置：平行平板型（カソードカップル型）のドライエッチング装置。

(2) エッチング条件：1KW RF 5Pa酸素ガス使用。

(3) エッチング速度：（ ）内は感光性樹脂の種別を示す。

(a) アクリル

0.28 μ m/min (UV露光－ネガ型)

(b) ウレタン

0.16 μ m/min (感光性のもの無し)

(c) ポリイミド

0.14 μ m/min (UV露光－ネガ型)

(d) クロロメチル化ポリスチレン

0.10 μ m/min (Deep－UV露光－ネガ型)

(e) ポリグリシジルメタクリレート

0.40 μ m/min (Deep－UV露光－ポジ型、エックス線及び電子線露光－ネガ型)

(f) ノボラック系樹脂

0.14 μ m/min (UV露光－ポジ型)

〔発明の効果〕

以上述べたように本発明によれば、固体撮像素子の受光面に、少なくとも硬化させた透明樹脂を被着させ、更に、固体撮像素子に設けたそれぞれの受光部に対応するように感光性樹脂を用いたアイランドを形成し、これを加熱熔融してレンズ状に形成した後、エッチバック法にて透明樹脂をレンズ状に形成するものにおいて、透明樹脂のエッチング速度が、感光性樹脂のエッチング

速度の2倍以上となる透明樹脂及び感光性樹脂を用い、そして、凸レンズ形状に形成すべき透明樹脂と感光性樹脂の膜厚を、

$$\frac{(\text{透明樹脂のエッチング速度})}{(\text{感光性樹脂によるレンズ形状のエッチング速度})} \leq \frac{(\text{透明樹脂の膜厚})}{(\text{感光性樹脂によるレンズ形状の膜厚})}$$
と設定した上、

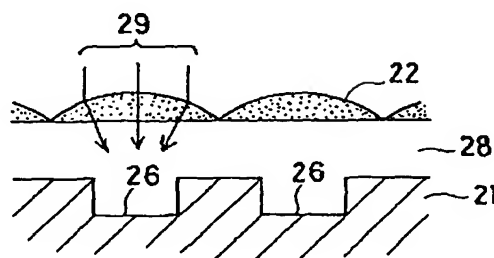
感光性樹脂による凸レンズの膜厚が完全に除去されるまでエッチバックを行うよう構成することにより、感光性樹脂に形成したレンズ形状の持つ曲率よりもより大きな曲率を持つ凸レンズを形成することができ、このため、大きな曲率を有するマイクロレンズの形成が可能となり、集光性を高め、固体撮像素子の利得を大きく稼ぐことが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

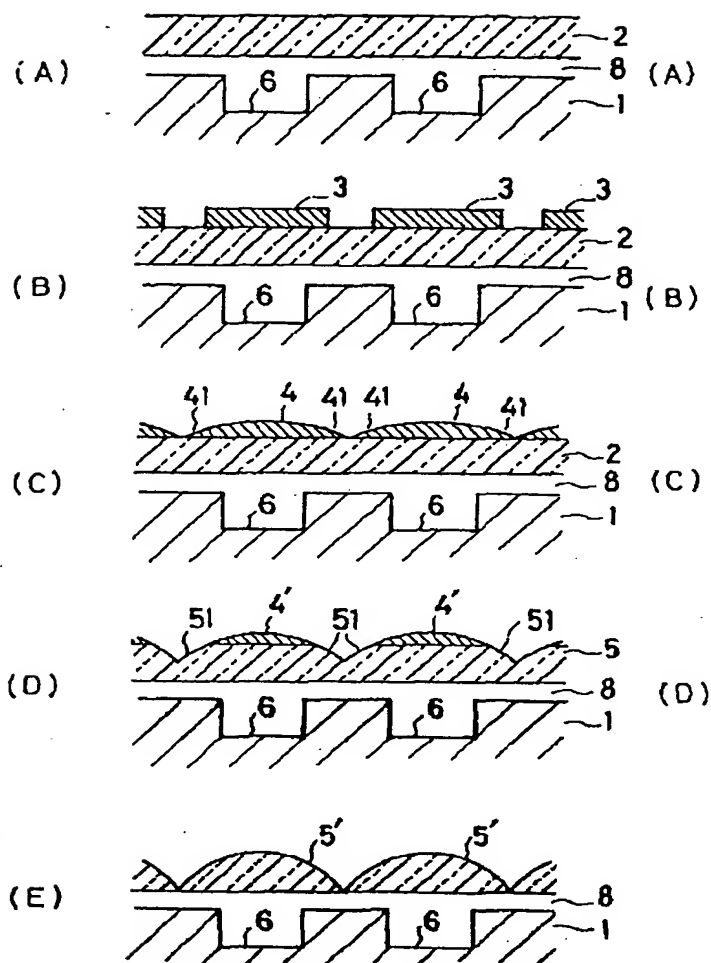
第1図(A)乃至(E)は本発明の製造方法の実施例を工程順に示す図、第2図は従来のマイクロレンズ付き固体撮像素子の一例を示す図、第3図(A)乃至(D)は加熱－熔融法による従来の固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法を工程順に示す図、第4図(A)乃至(D)は製版塗布法による従来の固体撮像素子用マイクロレンズの製造方法を工程順に示す図である。

1……固体撮像素子、2……透明樹脂層、3……感光性樹脂により形成されたアイランド、4……加熱熔融により形成されたレンズ形状、4'……エッチング途中の感光性樹脂のレンズ形状、41……レンズ形状4の周縁部、5……エッチング途中の透明樹脂層のレンズ形状、51……レンズ周縁部41と対応位置に位置する透明樹脂層2、6……受光部、8……受光部6に対し光学的間隔を形成するための透明膜、

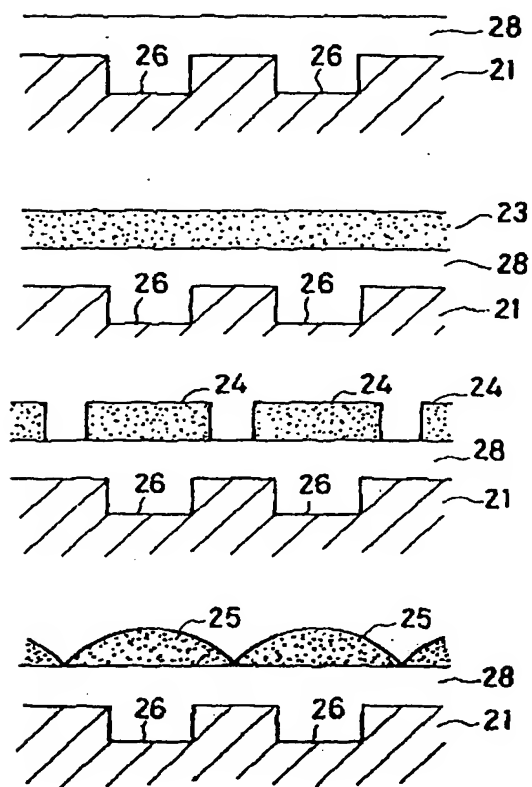
【第2図】



【第1図】



【第3図】



【第4図】

